

В. С. СТЕПИН,
АКАДЕМИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
ПОЧЕТНЫЙ ПРОФЕССОР БГУ (МОСКВА)

**МЕТОДОЛОГИЯ
САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ
В НАУКЕ XXI СТОЛЕТИЯ
(к юбилею В. И. Вернадского)**

Статья посвящена малоизученному аспекту творческого наследия В. И. Вернадского – новой методологии исследования, встроенной в его понимание эволюции биосферы, во многом послужившей истоком развития представлений о системности эволюции. Эти представления опережали свое время и предвосхищали укореняющиеся в современном естествознании, социальных технических науках XX – начала XXI в. теории о самоорганизации и саморазвитии сложных системных объектов. Сегодня освоение таких объектов определяет передний край научного и технологического прогресса.

Ключевые слова: системная сложность; глобальный эволюционизм; саморегуляция; ноосфера; уровни; иерархия; время; фазовый переход.

The article is devoted to a little-studied aspect of V. I. Vernadsky's heritage – a new research methodology, which ran through his understanding of biosphere evolution and, to a large extent, defined his ideas of evolution's systematic character. These ideas were ahead of their time and anticipated the ideas taking root in contemporary natural, social, and technical sciences of late XX – early XXI century, the ideas of self-organization and self-development of complex system objects. Research of such objects today defines the leading edge of scientific and technological progress.

Key words: complex self-developing systems; global evolutionism; self-regulation; noosphere; levels; hierarchy; time; phase transition.

Динамизм современных обществ предполагает формирование в их культурах особого слоя знаний, идей, образов и жизненных смыслов, выходящих за рамки уже сложившихся практик своей эпохи и адресованных практикам будущего. Авангард в искусстве, новые философские идеи и, конечно, фундаментальные науки относятся к этому слою культурных феноменов. Они являются предпосылкой будущего социального развития.

В фундаментальных научных открытиях потенциально содержится множество будущих технологий. Эти открытия меняют научную картину мира и порождают неожиданные для их эпохи следствия философско-мировоззренческого и методологического характера, причем актуальность их может возрастать на будущих этапах развития цивилизации.

Сегодня, когда обостряются глобальные кризисы (экологический, антропологический и др.), а на повестке дня стоит вопрос о сценариях и стратегиях развития цивилизации, философское переосмысление многих, уже ставших историей, фундаментальных достижений науки может послужить импульсом к поиску продуктивных решений наиболее острых проблем современности.

Научное наследие В. И. Вернадского в этом отношении имеет особый статус. Оно уже многие десятилетия анализируется в различных областях современного знания (биологии, геологии, социальной антропологии, философии, истории науки и техники). И на каждом этапе обнаруживаются новые аспекты уже известных идей, обретающих актуальность в контексте развития современной науки и цивилизации.

Сегодня учение В. И. Вернадского о биосфере и ноосфере справедливо рассматривается как открывающее новое ведение перспектив цивилизации. И хотя эта тематика уже хорошо проработана, все же в ней есть особый, малопроясненный аспект – новая методология исследования, которая была встроена в понимание эволюции биосферы и ноосферы и во многом послужила истоком развития В. И. Вернадским представлений о системности эволюции. Эти представления опережали свое время и предвосхищали укореняющиеся в естествознании, социальных и технических науках XX – начала XXI в. идеи самоорганизации и саморазвития сложных систем. Освоение таких систем в наше время определяет передний край научного и технологического прогресса.

Чтобы выяснить значимость методологических идей В. И. Вернадского для современного понимания и исследования сложных систем, целесообразно предварительно различить типы системных объектов.

В науке с возникновения естествознания XVII в. и до настоящего времени осваивались объекты, относящиеся к трем различным типам системной организации: 1) простые (механические) системы; 2) сложные саморегулирующиеся системы; 3) саморазвивающиеся системы.

Типы систем различаются по количеству элементов, входящих в систему, и по характеру связей между элементами. Характер связей определяется через понимание того, что представляют собой часть и целое, причинность, вещь и процесс, пространство и время. Эта категориальная сетка необходима для описания любых типов систем.

Простые системы включают в себя от 10^1 до 10^3 элементов¹. Отмечу сразу же, что это приблизительная характеристика. Она указывает лишь примерный порядок величины, характеризующей количество элементов в системе. К простым системам относятся, например, первые механические часы, паровая машина и другие механические системы эпохи первой промышленной революции, автомобиль, созданный в эпоху индустриализации и т. п. Конечно, автомобиль сложнее, чем механические часы, но он тоже относится к типу простых систем.

Для описания и понимания связей между элементами таких систем достаточно полагать, что суммарные свойства их частей исчерпывающе определяют свойства целого. Считается, что часть (элемент) внутри целого и вне его обладает одними и теми же свойствами. Особым образом интерпретируется соотношение вещи и процесса: вещь (тело) рассматривается как нечто первичное по отношению к процессу, а процесс трактуется как воздействие одной вещи на другую. Причинность в этом подходе редуцируется к лапласовской детерминации. Пространство и время рассматриваются как нечто внешнее по отношению к системе (объекту). Полагается, что состояние движения объектов никак не сказывается на характеристиках пространства и времени.

Теперь о сложных системах. Важно различать два их типа: а) сложные саморегулирующиеся системы; б) сложные саморазвивающиеся системы. Сложные саморегулирующиеся системы включают до 10^6 элементов². Такие системы дифференцируются на относительно автономные подсистемы, в которых происходит массовое, стохастическое взаимодействие элементов. Целостность системы предполагает наличие в ней особого блока управления, прямые и обратные связи между ним и подсистемами. Большие системы гомеостатичны. В них обязательно имеется программа функционирования, которая определяет управляющие команды и корректирует поведение системы на основе обратных связей. Примерами саморегулирующихся систем в технике являются кибернетические устройства от первых саморегулирующихся механизмов типа парового регулятора Уатта до современных систем управления спутниками и космическими кораблями, автоматических систем регуляции грузовых потоков с применением компьютерных программ. В живой природе в качестве саморегулирующихся систем предстают организмы, популяции, биогеоценозы, биосфера, рассмотренные в аспекте их функционирования. В обществе – это все социальные объекты (социум как целое, его различные подсистемы), рассмотренные как устойчиво воспроизводящиеся организованности.

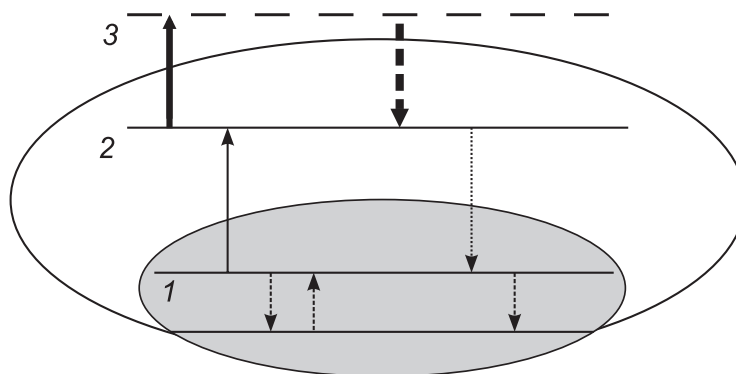
Категории части и целого применительно к сложным саморегулирующимся системам обретают новые характеристики. Целое уже не исчерпывается свойствами частей, необходимо учитывать системное качество целого. Часть внутри целого и вне его обладает разными свойствами. Так, органы и отдельные клетки в многоклеточных организмах специализируются, и в этом качестве существуют только в рамках целого. Выделенные из организма, они разрушаются (погибают), что отличает сложные системы от простых механических систем, допустим, тех же механических часов, которые можно разобрать на части и из частей вновь собрать прежний работающий механизм. В сложных саморегулирующихся системах целое не только зависит от свойств составляющих частей (элементов), но и определяет их свойства. По-новому рассматривается соотношение вещи и процесса. Сложные системные объекты (вещи) предстают как процессуальные системы, самовоспроизводящиеся в результате взаимодействия со средой и благодаря саморегуляции. Причинность в больших, саморегулирующихся системах уже не может быть сведена к лапласовскому детерминизму (в этом качестве он имеет лишь ограниченную

сферу применимости) и дополняется идеями «вероятностной» и «целевой причинности». Первая характеризует поведение системы с учетом стохастического характера взаимодействий в подсистемах, вторая – действие программы саморегуляции как цели, обеспечивающей воспроизводство системы. Возникают новые смыслы в пространственно-временных описаниях больших, саморегулирующихся систем. В ряде ситуаций требуется наряду с представлениями о «внешнем» времени вводить понятие «внутреннего времени» (биологические часы и биологическое время, социальное время).

Саморазвивающиеся системы представляют собой еще более сложный тип системной целостности, чем саморегулирующиеся системы. Они могут включать до 10^{14} элементов³. Этот тип системных объектов характеризуется развитием, в ходе которого происходит переход от одного вида саморегуляции к другому. Здесь саморегуляция выступает аспектом, устойчивым состоянием развивающейся системы. Смена вида саморегуляции системы представляет собой фазовый переход, который может быть охарактеризован в терминах динамического хаоса. В современной науке он описывается в рамках динамики неравновесных систем и синергетики.

Саморазвивающимся системам присуща иерархия уровневой организации элементов и способность порождать в процессе развития новые уровни организации, причем каждый такой новый уровень обратно воздействует на ранее сложившиеся, перестраивает их, в результате система обретает новую целостность. С появлением новых уровней организации система дифференцируется, в ней формируются новые, относительно самостоятельные подсистемы. Вместе с тем перестраивается блок управления, возникают новые параметры порядка, новые типы прямых и обратных связей.

Изменения структуры саморазвивающихся систем по мере появления в них новых уровней организации и перестройки их прежних оснований можно изобразить с помощью схемы:



Изменение структуры саморазвивающихся систем:

- 1 – исходная саморегуляция; 2 – новый тип саморегуляции, основанный на трансформации предшествующих уровней иерархии системы;
- 3 – потенциально возможный уровень организации при продолжении развития системы как возможность нового типа саморегуляции

Сложные саморазвивающиеся системы характеризуются открытостью, обменом веществ, энергией и информацией с внешней средой. В таких системах формируются особые информационные структуры, фиксирующие важные для целостности системы особенности ее взаимодействия со средой («опыт» предшествующих взаимодействий).

К таким системам относятся биологические объекты, рассматриваемые не только в аспекте их функционирования, но и в аспекте развития. В технике нашего времени к ним относятся объекты современных нано- и биотехнологий и генетической инженерии, системы современного проектирования, когда берется не только та или иная технико-технологическая система, но и еще более сложный развивающийся комплекс: человек – технико-технологическая система, плюс экологическая система, плюс культурная среда, принимающая новую технологию, и весь этот комплекс рассматривается в развитии. К саморазвивающимся системам относятся современные сложные компьютерные сети, предполагающие диалог

«человек – компьютер», «глобальная паутина – интернет». Наконец, все социальные объекты, рассмотренные с учетом их исторического развития (системы экономики, социально-политическая сфера, культура и ее подсистемы), принадлежат к типу сложных саморазвивающихся систем.

Сложные саморазвивающиеся системы требуют особой категориальной матрицы. Категории части и целого включают в свое содержание новые смыслы. При формировании новых уровней организации происходит перестройка прежней целостности, появляются новые параметры порядка. Иначе говоря, необходимо, но недостаточно зафиксировать наличие системного качества целого, следует дополнить это понимание идеей изменения видов системной целостности по мере развития системы.

В сложных саморегулирующихся системах появляется новое понимание объектов как процессов взаимодействия. Усложнение системы в ходе развития, связанное с появлением новых уровней организации, выступает как смена одного инварианта другим, как процесс перехода от одного типа саморегуляции к другому. Возникает два смысла процессуальности объекта (системы): она проявляется и как саморегуляция, и как саморазвитие, как процесс перехода от прежнего типа саморегуляции к новому.

Освоение саморазвивающихся систем предполагает расширение смыслов категории «причинность». Она связывается с представлениями о превращении возможности в действительность. Целевая причинность, понятая как характеристика саморегуляции и воспроизводства системы, дополняется идеей направленности развития. При этом направленность не следует толковать как фатальную предопределенность. Случайные флуктуации в фазе перестройки системы в точках бифуркации формируют странные аттракторы, которые в качестве своего рода программ-целей ведут систему к некоторому новому состоянию и изменяют возможности (вероятности) реализации других ее сценариев.

Применительно к саморазвивающимся системам выявляются и новые аспекты категорий пространства и времени. Нарастание системой новых уровней организации сопровождается изменением ее внутреннего пространства-времени. В процессе дифференциации системы и формирования в ней новых уровней возникают «пространственно-временные окна», фиксирующие границы устойчивости каждого из уровней и горизонты прогнозирования их изменений.

Идеи развития в философии возникли еще в древности (Индия, Китай, античная философия). Но в естествознании в качестве научных концепций и теорий они стали разрабатываться с XVIII – начала XIX в. Первоначально они формировались в рамках категориальных смыслов, выражающих особенности механических систем. Их первоначальной основой стала механическая картина мира. Так обстояло дело со знаменитой гипотезой Канта – Лапласа о происхождении солнечной системы. Аналогичным образом можно оценить идеи эволюции организмов в концепции Ламарка, который использовал представления механической картины мира о не-весомых субстанциях – носителях сил. Изменения органов в процессе приспособления к среде он объяснял накоплением в них электрического и магнитного флюидов и с этих позиций описывал эволюцию организмов и образование новых видов⁴.

Дальнейшее развитие биологии (теория Ч. Дарвина, становление генетики, идеи генетической эволюции, синтетическая теория эволюции) преодолевало узкие рамки механистических представлений.

К этому же привела великая революция в физике и космологии первой половины XX в. (квантово-релятивистская физика, представление о нестационарной Вселенной, Большом взрыве и последующем изменении Метагалактики).

Наконец, уже в середине XX в. возникновение кибернетики и системного анализа завершило формирование представлений о сложных саморегулирующихся системах и соответствующей категориальной матрице, обеспечивающей их понимание и исследование. Это был необходимый и очень важный шаг к новому видению эволюции и ее описанию в терминах саморазвития как смены одного типа саморегуляции новым, более сложным.

Во второй половине XX в. в различных областях научного знания были накоплены факты, концептуальное осмысление которых уточнило многие аспекты саморазвивающихся систем. Это касается закономерностей поведения таких систем на этапе качественных изменений, смены типа саморегуляции.

Переход системы в новое качество обычно характеризовался как фазовый переход, скачок, перерыв постепенности в развитии. Однако внутренняя динами-

ка стадии «скачка» долгое время не была предметом специального анализа. Для этого не существовало соответствующих концептуальных средств. Ситуация изменилась с разработкой динамики неравновесных систем и синергетики.

Процесс качественного перехода рассматривался как стадия динамического хаоса, закономерности поведения системы на этой стадии стали предметом специального анализа в терминах нелинейной динамики. Были выявлены многие существенные характеристики динамического хаоса как состояния саморазвивающихся систем (особенности формирования аттракторов в нелинейной среде, режимы с обострением, возникновение в точках бифуркации множества вероятных сценариев развития и изменения этих вероятностей с формированием аттракторов, фрактальные размерности как характеристика пространства-времени системы и ее изменения, роль кооперативных эффектов в становлении порядка из хаоса и т. п.).

Математическое описание ряда этих особенностей характеризовало поведение широкого спектра сложных самоорганизующихся систем. Выработанные синергетикой концептуальные средства создали новые возможности анализа уже давно очерченных проблем эволюционной парадигмы.

Во второй половине XX в. эта парадигма получила новые импульсы. Были конкретизированы многие ключевые представления об эволюции Метагалактики. Достижения физики и космологии (доказательство общей природы слабого и электромагнитного взаимодействия, теория суперструн, концепция инфляционной стадии Метагалактики после Большого взрыва, антропный принцип, концепция Мультиверса – «Большой Вселенной») открыли новые возможности понимания ранних стадий космической эволюции. В научную картину мира вошли представления о поэтапном формировании четырех основных типов физических взаимодействий (гравитационного, сильного, слабого и электромагнитного), об изменении в этом процессе пространственно-временных характеристик мира и возникновении соответствующих типов элементарных частиц.

В научной картине мира прочно укоренилась идея глобального, универсального эволюционизма, согласно которой неживая природа, живая природа и общественная жизнь рассматриваются как три крупных стадии развития Вселенной, а каждая из них предстает в качестве развивающейся подсистемы единого сложного мира. Идея эволюции здесь интерпретируется особым образом – как органично связанная с той версией системного подхода, основой которой является представление о сложных саморазвивающихся системах⁵.

В. И. Вернадский не застал все эти достижения, утвердившие новое системное видение процессов глобальной эволюции Вселенной. Однако его концепции биосферы и ноосферы не только согласуются с современными представлениями о глобальной эволюции, но и органично включены в это понимание. Представления о живом веществе как о закономерном этапе космической эволюции, о его возникновении в неразрывной связи с процессами становления планетарной системы, включенность жизни в более широкий контекст геохимии Земли сегодня почти общепризнанны. В. И. Вернадский развил эти представления еще в первой четверти XX в. Его учение о биосфере и ноосфере сегодня можно оценить не только как предвосхищение, но и как одно из обоснований современного глобального эволюционизма.

Более того, в концепции В. И. Вернадского содержались чрезвычайно перспективные подходы, еще недостаточно осмысленные в качестве методологических регулятивов исследования сложных систем. Я имею в виду обнаружение В. И. Вернадским в ходе изучения биосферы тех особенностей саморазвивающихся систем, которые связаны с возникновением в них новых уровней организации и с их обратным воздействием на ранее сложившиеся уровни. Это кардинальная особенность любой сложной саморазвивающейся системы, которая при каждом новом усложнении воспроизводит себя как единое процессуальное целое и лежит в основе понимания Вернадским эволюции биосферы. Она неявно присутствует в его определении биосферы.

О биосфере как включающей все разнообразие живых организмов писал еще Ж.-Б. Ламарк. Но В. И. Вернадский определяет понятие биосферы иначе. Различая живое вещество (организмы) и неживое, косное вещество планеты, он определяет биосферу как биокосную систему, в которой живое вещество соединено с особой подсистемой косных тел планеты, с которой оно непосредственно взаимодействует и обменивается атомами в процессе своей жизнедеятельности. Эта подсистема косных тел меняется под воздействием живых тел. Эволюция живых

существ, возникновение их новых видов приводит к расширению и преобразованию «косной составляющей» биосферы. Между ними есть «непрерывная, никогда не прекращающаяся связь, которая может быть выражена как непрерывный биогенный ток атомов из живого вещества в косное вещество биосферы и обратно»⁶. «Сама биосфера есть сложное планетарное биокосное тело»⁷, которое эволюционирует как целостная система. Ведущую роль здесь начинает играть развитие биологической составляющей.

Каждый новый этап биологической эволюции, каждый возникающий в этом процессе новый уровень организации живого изменяет включенные в биосферу косные тела. Под влиянием возникающих в процессе эволюции новых уровней организации живого (новых видов организмов) изменился газовый состав атмосферы, состояние мирового океана, почвенные воды. Большая часть осадочных горных пород также является результатом жизнедеятельности организмов. Отмечая новое и более богатое содержание понятия биосферы в концепции В. И. Вернадского, известный отечественный биолог Н. В. Тимофеев-Ресовский писал, что «основным деятелем, разрушающим первичные горные породы, и являются живые организмы, которые ритмически, днем и ночью меняют реакции – с кислой на щелочную, со щелочной на кислую – в своем окружении»⁸. Живое вещество биосферы накапливает, концентрирует и транспортирует рассеянные в природе элементы и вещества, разрушает и измельчает первичные горные породы вулканического происхождения, превращает их в глины и пески, которые, слежавшись, образуют песчаники, известняки, мел и т. п.⁹ Вещество «образуемое трупами живых организмов как растительных, так и животных, создает то, что мы потом в просторечии называем просто «землей» – черноземом, сероземом, глиноземом и т. п.»¹⁰.

Согласно концепции В. И. Вернадского, все эти трансформации косного вещества биосферы в биокосное можно рассматривать как включение в современное состояние биосферы былых биосфер¹¹.

Биохимия живого воздействует на геохимию косного вещества, и в результате в биосфере формируется особый слой биогеохимических взаимодействий. Каждая новая трансформация биогеологического фундамента под влиянием новых уровней развития живого создает новые возможности для возникновения еще более высоких уровней системной организации жизни (как, например, накопление кислорода в атмосфере в результате жизнедеятельности растений создало условия для появления высших животных и человека).

В каждом таком преобразовании биосфера предстает как усложняющаяся целостность. Говоря о строении биосферы как исторически развивающейся организованности, В. И. Вернадский пишет: «Это строение очень своеобразно. Это не есть механизм и не есть что-нибудь неподвижное. Это – динамическое, вечно изменчивое, подвижное, в каждый момент меняющееся и никогда не возвращающееся к прежнему образу равновесие»¹².

По мере развития биосфера расширяет свои пространственные границы на планете. В современном состоянии, согласно Вернадскому, верхняя граница биосферы поднимается примерно до 25 км от уровня геоида (до ионосферы, проникая в нее), а нижняя находится внутри стратосферной части литосферы, 4–5 км ниже уровня геоида. В широких глубинах живое вещество местами проникает до 11 км¹³.

Расширение пространства биосферы сопровождается на каждой новой стадии эволюции качественными перестройками ее внутреннего пространства. В этом процессе главную роль играет система живого вещества биосферы. В. И. Вернадский отмечает особые свойства внутреннего пространства живого, его несводимость к внешнему физическому пространству. Эти свойства проявляются уже на уровне молекулярной организации живого, где наблюдается диссимметрия правого и левого. Живые организмы строят свое тело «в основных жизненно необходимых молекулах» из левых изомеров¹⁴. Неравенство правизны и левизны «охватывает всю морфологию организма и, больше того, ее динамику»¹⁵. «Чрезвычайно характерны значения спиралей в форме организмов и неравенств правых и левых спиралей. Это выражается в неравенстве правых и левых завитков раковин, бактерий, семян, усиков растений и т. п.»¹⁶.

Если допустить, что физическое пространство неживых (косных) тел Земли локально евклидово и может быть описано в терминах евклидовой геометрии, то в этом пространстве нет асимметрии правого и левого. Такая асимметрия есть только у живого вещества. Исходя из этого, Вернадский выдвигает гипотезу о не-

однородности пространства биосферы. «Биосфера представляет земную оболочку, в которой в состояниях пространства эвклидовой трехмерной геометрии косных естественных тел включены дисперсным образом и в дисперсной форме бесчисленные мелкие римановские пространства живого вещества»¹⁷.

При этом неоднородность пространства биосферы увеличивается по мере появления в ходе эволюции новых уровней организации живого и новых биокосных образований как следов предшествующих этапов биосферы (былых биосфер). Асимметрия химического состава живого вещества, доминанция в нем левых изомеров частично сохраняется в биокосном веществе. Но в отличие от живого эта асимметрия не воспроизводится в поколениях и исчезает при разрушении биокосного вещества.

Неоднородность пространства биосферы тесно сопрягается с неоднородностью ее внутреннего времени. Это находит свое выражение в том, что «процессы в живом веществе идут резко по-иному, чем в косной материи, если их рассматривать в аспекте времени. В живом веществе они идут в масштабе *исторического времени*, в косном – в масштабе *геологического времени*, “секунда” которого много меньше декамириады, ста тысяч лет исторического времени»¹⁸.

Изменения живого, оказывая воздействие на косное вещество, включают его в иной временной ритм. Геологические процессы в биосфере под влиянием исторического времени живого ускоряются. Внутреннее время биосферы становится неоднородным и трансформируется при переходе в качественно новые состояния, вызванные появлением в ходе эволюции новых уровней организации живого.

Качественно биосфера меняется при возникновении ноосферы. Ноосфера в понимании В. И. Вернадского (в отличие от Э. Леруа) – не сфера чистого разума (духа), а сфера разума, воплощенного в труде, в практических приложениях науки, в организации социальной жизни людей.

Ноосфера рассматривается Вернадским не как отделившаяся от биосферы и независимая от нее сфера разума, а как возникший в ходе эволюции высший уровень организованности биосферы, ее особая подсистема, которая по мере своего развития оказывает возрастающее воздействие на ранее сформировавшиеся уровни биосферы – на живое косное и биокосное вещество.

Этап формирования биосферы до человека определяла биогеохимическая энергия живого, которая оказывала обратное воздействие на геохимию оболочки планеты, породив биогеохимические взаимодействия. Становление ноосферы стало новым этапом истории биосферы. Возникла особая форма биогеохимической энергии – «культурная биогеохимическая энергия» (определение В. И. Вернадского), которая превратилась в важнейший фактор биологической и геологической истории планеты¹⁹.

С возникновением науки и ее практических приложений меняется структура ноосферы, резко возрастает ее влияние на биосферные процессы в отношении как собственно биологической, так и ее геологической составляющей. «Научная мысль есть часть структуры – организованности – биосферы»²⁰. «Научная мысль человечества работает только в биосфере, в ходе своего проявления превращает ее в ноосферу, геологически охватывает ее разумом»²¹. Разум, реализованный в научно-технической, практической деятельности, предстает как новый геологический фактор. «Мы присутствуем и жизненно участвуем, – писал В.И. Вернадский, – в создании в биосфере нового геологического фактора, небывалого еще в ней по мощности и по общности»²². «Впервые человек охватил своей жизнью, своей культурой всю верхнюю оболочку планеты – в общем, всю биосферу, всю, связанную с жизнью область планеты»²³.

Ноосфера видоизменяет пространственно-временную структуру биосферы. Социально-историческое пространство-время включается во внутреннее пространство-время биосферы, делает его еще в большей степени гетерогенным и ускоряет темпы биосферных изменений.

Таким образом, можно констатировать, что, разрабатывая свое учение о биосфере и ноосфере, В. И. Вернадский выявил ряд ключевых принципов структуры и функционирования сложных саморазвивающихся систем. Эти принципы не были им отрефлексированы с достаточной полнотой. Они были продемонстрированы Вернадским в логике развертывания его идей о биосфере и ноосфере, в теоретическом осмыслении огромного фактического материала биологии, геологии, антропологии и истории науки.

Сегодня эти принципы можно сформулировать и более четко в языке теории систем. Но это не умаляет методологической значимости предложенного В. И. Вернадским образца их применения в конкретно-научном исследовании.

Особую ценность сегодня обретает продемонстрированный В. И. Вернадским способ видения событий и процессов геологической, биологической и социальной эволюции. Они рассматриваются им во взаимосвязи как подсистемы еще более сложного системного целого, как аспекты и состояния целостной саморазвивающейся системы, в которую они включены.

Такое видение начинает утверждаться во многих областях науки. Возникают новые философско-методологические проблемы и прежде всего проблема соотношения и связи разных типов системных объектов (простых, сложных саморегулирующихся и сложных саморазвивающихся систем).

Исходя из идеи глобального эволюционизма, Метагалактику и каждую из возникающих в ходе ее эволюции подсистем следует рассматривать как саморазвивающуюся целостность. Сегодня этот подход приоритетный. Но при изучении и описании сложных систем могут возникать различные задачи. Есть комплекс задач, связанных с исследованием закономерностей воспроизводства саморазвивающейся системы в ее устойчивых состояниях. В этом случае можно абстрагироваться от фазовых переходов, качественно изменяющих систему. И тогда мы получим саморегулирующуюся систему (гомеостазис). Саморегулирующаяся система воспроизводится как устойчивое (инвариантное) состояние до тех пор, пока не изменятся параметры порядка. И в том временном интервале, в котором они сохраняются, при решении ряда задач можно абстрагироваться от процессуальной сложности саморегулирующихся системных объектов, полагая их устойчивыми и неизменными. Тогда их взаимодействие можно описывать в терминах простых систем. Например, при рассмотрении процессов гравитационного взаимодействия Земли и Солнца главными системными параметрами выступают их массы и расстояние между ними. В этой ситуации можно абстрагироваться от сложных процессов ядерных реакций в недрах Солнца, от процессов взаимодействия литосферы, атмосферы, биосферы и ноосферы Земли и рассматривать Землю и Солнце только как тяготеющие массы. Кстати, в этом случае величина, характеризующая массу, становится решающей. При увеличении массы выше определенного предела гравитационное сжатие порождает ядерные реакции, что и превращает планету в звезду. Значительная потеря массы звезды превратит ее в остывающее квазипланетное тело.

Таким образом, человеческое познание может выделить и зафиксировать отдельные фрагменты и аспекты саморазвивающихся систем, представив их в качестве самостоятельных предметов изучения.

Познавательное освоение сложных саморазвивающихся систем в естествознании началось именно с подобных аспектов и фрагментов. Но отсюда не следует, что простые, сложные, саморегулирующиеся и саморазвивающиеся системы онтологически рядоположны. Онтологически, в ходе космической эволюции простые системы не предшествуют сложным и не возникают отдельно от них. Правда, «онтологическую первичность» простых систем по отношению к сложным можно зафиксировать в техногенезе. Здесь действительно техника простых (механических) систем предшествовала возникновению техники сложных саморегулирующихся, а затем и саморазвивающихся систем (последние начинают появляться только на современном этапе техногенеза, на рубеже XXI в.). Но при всем этом техногенез представляет собой особую линию эволюции, которая предполагает человека и его деятельность. В естественной эволюции природы, без человека, технические устройства не возникают. Вероятность их самопроизвольного рождения исчезающе мала, хотя и не противоречит законам природы. Только с появлением человека и общества как особой стадии космической эволюции техногенез становится реальностью. Он встроен в эволюцию общества, в процессы формирования ноосферы в качестве ее особой подсистемы. В этом смысле все объекты техногенеза предстают как фрагменты и аспекты сложной саморазвивающейся биосферно-ноосферной системы.

Идеи В. И. Вернадского, акцентирующие приоритет принципов системной сложности при изучении природных и социальных объектов, созвучны основным тенденциям и запросам современной науки. Эти идеи опередили свой век и могут быть расценены как пролог к современной методологии научного познания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

¹ См.: Поваров Г. И. Сложность систем как показатель научно-технического прогресса // Проблемы исследования систем и структур. М., 1965. С. 8–9.

² Там же.

³ Там же.

⁴ См.: Стёпин В. С., Кузнецова Л. Ф. Идеалы объяснения и проблемы взаимодействия наук // Идеалы и нормы научного исследования. Минск, 1981. С. 276–278 ; Стёпин В. С. Теоретическое знание. М., 2000. С. 580–581.

⁵ См.: Стёпин В. С., Кузнецова Л. Ф. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации. М., 1994. С. 198–200 ; Стёпин В. С. Теоретическое знание. М., 2003. С. 658, 661.

⁶ Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. М., 1988. С. 24.

⁷ Там же. С. 25.

⁸ Тимофеев-Ресовский И. В. Вернадский и «вернадскология» // В. И. Вернадский: pro et contra. СПб., 2000. С. 78.

⁹ Там же. С. 77–79.

¹⁰ Там же. С. 78.

¹¹ См.: Вернадский В. И. Избранные сочинения. Т. 3. М., 1959.

¹² Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. С. 131.

¹³ Там же. С. 23.

¹⁴ Там же. С. 269–270.

¹⁵ Там же. С. 266.

¹⁶ Там же.

¹⁷ Там же. С. 274.

¹⁸ Там же. С. 25.

¹⁹ Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. С. 132–133.

²⁰ Там же. С. 127.

²¹ Там же.

²² Там же. С. 33.

²³ Там же.